

STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR
PTT PERSONEEL

In dit nummer:

Viditel

Digitale audio

Verbindingswegen

Nederlandse musea

Examen opgaven

Examen oplossingen

Nr. 8, 38e jaargang

augustus 1983



Het Aviodome-gebouw met de buiten opgestelde Grumman Tracker en Douglas DC-3 Dakota (zie blz. 251).

STUDIEBLAD technisch blad voor PTT personeel

uitgave AbvaKabo en CFO.
redactie Hoofdred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard.
redactiesecr. J. P. v. d. Broek. Redactiesecretariaat H. A. Dekkinga, Distelweide 29, 2272 VP Voorburg,
telefoon 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.
administratie AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, telefoon 079 - 51 12 11,
voor verzending, administratie e.d.
abonnement f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,
telefoon 070 - 89 53 90.



Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

Al meer dan 60 jaar. Lang genoeg voor veel ervaring. Genoeg ook om te weten
wat cliënten wensen. Van eenvoudige lokale kabels tot Bamboe-kabels
voor CATV-systemen toe.

NKF KABEL 

Viditel-techniek voor de abonnee-apparatuur

J. J. M. Blokland

Voorwoord

Viditel, het Videotex-systeem van de PTT voor communicatie en informatie via de telefoon en TV-toestel, is een nog betrekkelijk jonge ontwikkeling.

Het systeem is bedoeld om aan een groot aantal particuliere en zakelijk georiënteerde abonnees een grote hoeveelheid gevarieerde informatie ter beschikking te stellen, maar ook om die abonnees een zeer snel communicatiemiddel aan te bieden. Om die doelstellingen te bereiken is sterk de nadruk gelegd op de eenvoud van bediening en op het bereiken van een lage prijs voor de apparatuur die de abonnee nodig heeft.

Een Viditel-abonnee heeft slechts een telefoonaansluiting nodig en een TV-toestel dat voorzien is van een Viditel-decoder om van Viditel gebruik te kunnen maken. In plaats van een TV-toestel kan ook een Viditel-monitor worden gebruikt, naar behoefte uitgerust met een numeriek of een alfa-numeriek toetsenbord.

De Viditel-databank brengt 24 uur per etmaal een vrijwel onbeperkte hoeveelheid informatie binnen ieders bereik. Informatie over scholing en opleiding, reizen, wettelijke regelingen, huishoudelijke zaken, subsidies, beurskoersen, vacatures, goederenmarkten, uitgaan, export, sociale wetgeving, belastingrelingen, enz. Enige honderden bedrijven, instellingen, overheidsinstellingen en ministeries verstrekken de informatie. Ze worden dan ook „informatieleveranciers” genoemd.

Maar Viditel biedt meer. Met Viditel kan men tussen abonnees en informatieleveranciers onderling op elektronische wijze berichten uitwisselen, bestellingen doen, antwoord geven op vragen, enz.

In dit artikel wordt de globale werking van een Viditel-terminal uitgelegd. Terminal is een in de techniek veel gebruikte naam voor apparatuur waarmee de mens met de computer kan corresponderen. De lezers van het Studieblad kan zo een indruk worden gegeven hoe de informatie, die in een databank ligt opgeslagen, via de telefoonlijn bij een abonnee thuis op het TV-scherm zichtbaar wordt gemaakt.

Alvorens in te gaan op de werking van de terminal wordt eerst een overzicht gegeven van de opbouw van het Viditel-systeem.

Het Viditel-systeem

Een belangrijk onderdeel van het Viditel-systeem is de *databank*.

Een databank is een elektronisch geheugen met een *computer* als besturings-eenheid.

Een Viditel-databank moet met een groot aantal toegangspoorten aan het *openbare telefoonnet* kunnen worden gekoppeld.

Het systeem kan worden uitgebreid door meerdere databanken onderling te koppelen. Medio 1981 werd in Amsterdam een tweede Viditel-databank in dienst gesteld. De koppeling met het Viditel-Centrum in Den Haag is gerealiseerd met behulp van twee 4-draads dataverbindingen. Beide centra kunnen ca. 200 abonnees tegelijkertijd toegang verlenen tot de informatie die in het geheugen ligt opgeslagen. De hoeveelheid informatie die kan worden opgeslagen is vrijwel onbeperkt. Vanaf elke aansluiting op het telefoonnet kan, door het kiezen van een telefoonnummer, een verbinding met een databank worden gemaakt.

Bij de aansluiting dient een *TV-toestel* met *Viditel-decoder* en *modem* aanwezig te zijn. Het zijn deze drie onderdelen van het Viditel-systeem waarop in deze artikelenreeks uitgebreid wordt ingegaan. Fig. 1 toont de systeemdelen in blokschema.

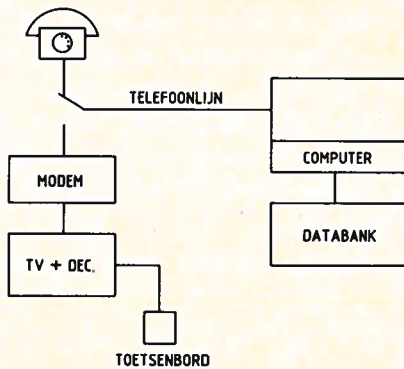


fig. 1. Systeemdelen.

Niet alleen het opvragen van informatie maar ook het invoeren van informatie naar de databank gaat via de telefoon.

Informatieleveranciers kunnen hun informatie alleen maar via het Haagse Viditel-Centrum aanbieden. De reden hiervan is dat het Viditel-Centrum in Amsterdam uitsluitend een *Viditel-Opvraag-Centrum* is en het Viditel-Centrum in Den Haag een combinatie is van een *Viditel-Opvraag-Centrum* en een *Viditel-Invoer-Centrum*.

Een van de jongste ontwikkelingen bij Viditel is het koppelen van externe computers aan de Viditel-centra.

Onder externe computers worden computersystemen verstaan die worden beheerd door particuliere bedrijven, doch welke, via de Viditel-centra, toegankelijk zijn voor Viditel-abonnees. De waarde van *Vidipoort*, zoals het koppelen van externe computers wordt genoemd, ligt in de toevoeging van een aantal mogelijkheden die in de normale Viditel niet mogelijk zijn.

Om er een paar te noemen:

- het bankieren vanuit de huiskamer (giro/bankoverschrijvingen etc.);
- het bestellen van artikelen (waarbij men meteen wordt gewaarschuwd als het artikel niet meer in voorraad is of een wijziging heeft ondergaan, e.d.);
- het reserveren van reizen;
- het laten uitvoeren van berekeningen (b.v. de maandelijkse hypotheeklasten bij aanschaf van een huis, o.i.d.);
- het opvragen van encyclopedische gegevens;
- het toegankelijk maken van gegevensdatabanken die qua aard en/of omvang niet geschikt zijn om in de Viditel-gegevensstructuur onder te brengen (b.v. 008- of het postcodebestand).

Het zal duidelijk zijn dat deze toepassingen alleen dan mogelijk zijn wanneer dit door de informatieleverancier wordt aangeboden.

De koppeling van externe computers met de Viditel-centra is tot dusver gerealiseerd via het *datanet 1*.

In fig. 2 is een overzicht gegeven van het Viditel-systeem volgens de situatie van begin 1983.

De Viditel-terminal

Algemeen

Binnen de computertechniek vallen de terminals onder het hoofdstuk „randapparatuur”.

Het *doel* van randapparatuur in het algemeen is:

- a. informatie van de mens naar de computer brengen (opdrachten, programma's, e.d.);
- b. informatie van de computer naar de mens brengen (resultaten, opgevraagde gegevens, e.d.).

Randapparatuur kan, zoals uit bovenstaande blijkt, worden onderverdeeld in de volgende groepen:

- a. apparatuur die uitsluitend geschikt is voor het overbrengen van informatie van de mens naar de computer (o.a. ponsbandlezers en kaartlezers);
- b. apparatuur die uitsluitend geschikt is voor het overbrengen van informatie van de computer naar de mens (o.a. regeldrukkers en ponsers);
- c. apparatuur die geschikt is voor informatie-overdracht van de onder a. zowel als onder b. genoemde richting (o.a. terminals).

Terminals kunnen op hun beurt weer worden onderverdeeld in:

- a. printende terminals (z.g. „hard-copy terminals”);
- b. beeldschermterminals.

Het zal voor ieder duidelijk zijn dat de Viditel-terminals onder deze laatste categorie vallen.

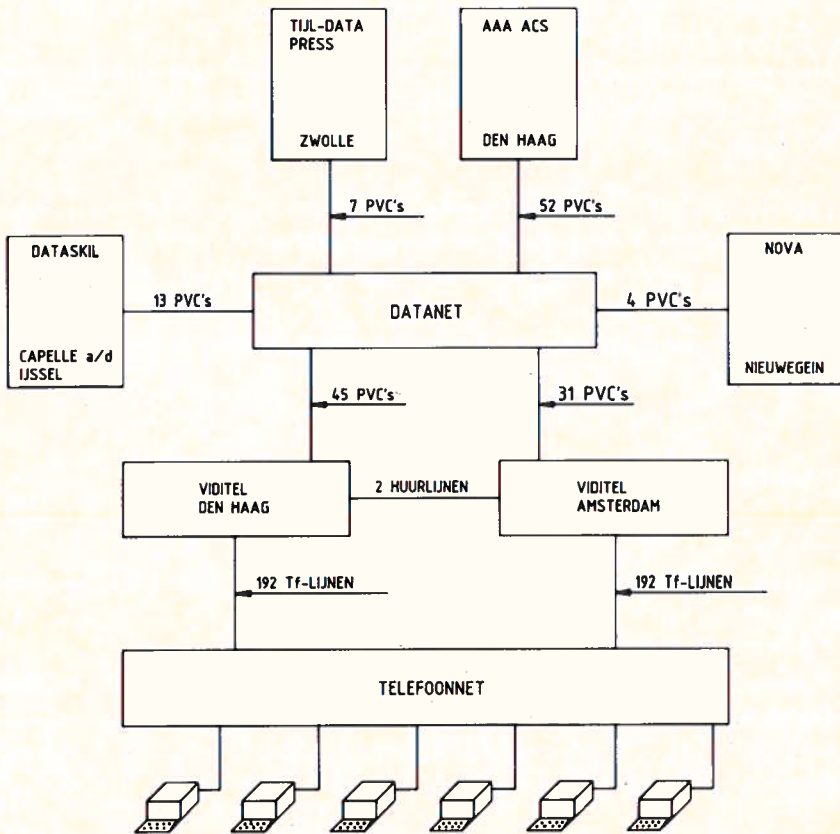


fig. 2. De Viditel-infrastructuur.

TV-raster-scan

Omdat de meeste Viditel-terminals tevens geschikt moeten zijn voor normale TV- en Teletekst-ontvangst, wordt bij Viditel gebruik gemaakt van een beeldscherm van het TV-raster-scan type. Fig. 3 laat het principe van de hiervoor benodigde weergeefbuis zien.

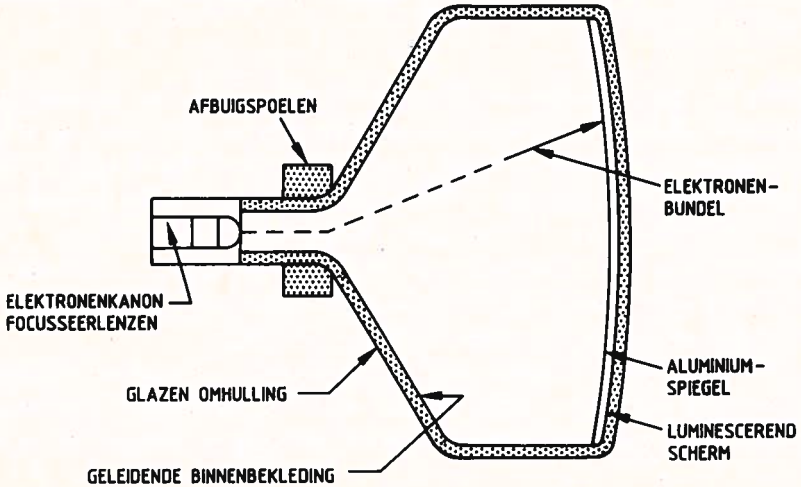


fig. 3. Algemene opbouw van de weergeefbuis.

In deze weergeefbuis wordt gebruik gemaakt van het luminescentie-effect om elektronische energie om te zetten in licht-energie. Dit effect berust op de overgang van elektronen tussen verschillende toegelaten energie-niveaus in vaste stoffen.

De benodigde lichtbron moet een niet geringe hoeveelheid licht-energie kunnen opbrengen omdat het beeldscherm ook bij aanzienlijke omgevingsverlichting goed afleesbaar moet zijn.

Bovendien is een grote aftastnelheid vereist en moet de lichtbron in een hoog tempo in lichtopbrengst kunnen variëren (modulatiefrequentie).

De grote aftastnelheid gecombineerd met een hoge lichtopbrengst en een goede moduleerbaarheid van de lichtbron kan heel goed worden gerealiseerd door gebruikmaking van een elektronenbundel in vacuüm.

De bundel is gericht op een scherm dat is voorzien van een homogene laag luminescerend materiaal. Samen met een geleidende laag vormt deze de eindanode. Een thermisch emitterende kathode verzorgt de levering van de elektronenbundel, deze kathode wordt ook wel elektronenkanon genoemd.

Op de plaats waar de bundel het scherm raakt, treedt het luminescentie-effect op, waardoor het scherm ter plaatse oplicht. De focusseerlenzen hebben de taak de bundeldoorsnede klein te houden waardoor scherpe beelden ontstaan. De sturing van de intensiteit van de bundel en daarmee de lichtopbrengst wordt verzorgd door de stuurelektrode van het kanon. Afbuiging wordt gerealiseerd door de afbuigspoelen te voeden met stromen die zaagtandvormig in de tijd variëren.

Bij het TV-raster volgens CCIR-norm is het beeldscherm verdeeld in een raster van 625 horizontale lijnen (aftastlijnen) waarvan 312,5 oneven en 312,5 even lijnen. Gedurende 1/50 sec. worden de oneven lijnen afgetast en gedurende de daaropvolgende 1/50 sec. worden de even lijnen afgetast, zodat het totale TV-beeld in 1/25 sec. op het beeldscherm wordt gebracht.

Omdat de even lijnen tussen de oneven lijnen worden geschreven, wordt deze methode *geïnterlinieerde aftasting* genoemd. Fig. 4 toont het traject dat door de elektronenbundel op het beeldscherm wordt gevolgd.

De elektronenbundel waarmee wordt geschreven, wordt langs een horizontale lijn over het scherm bewogen. Hierna wordt de aftastposititie een plaats in verticale richting omlaag gebracht en wordt de volgende lijn geschreven, enz.

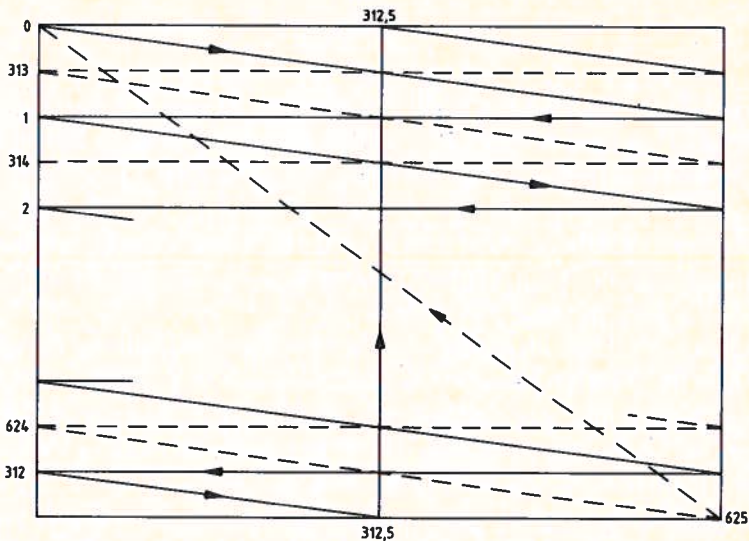


fig. 4. Principe TV-rasterscanning.

In de praktijk gaan ca. 20% van de 625 beeldlijnen „verloren” tijdens synchronisatie-impulsen, zodat effectief ca. 500 beeldlijnen overblijven.

Beeldscherm

Denkbeeldig kan het beeldscherm worden gevuld met een blokjespatroon, waarvan elk blokje één beeldlijnafstand als hoogte en breedte heeft.

Omdat de beeldbreedte $\frac{4}{3}$ x de beeldhoogte is, bevat dit beeld:

$$(500^2 \cdot \frac{4}{3}) = 333.333 = 0,33 \cdot 10^6 \text{ blokjes.}$$

Het modulerend signaal van een dergelijk beeld is een blok golf, die kan worden benaderd door een sinus van dezelfde frequentie.

Deze frequentie is dus:

$$25 \cdot 0,33 \cdot 10^6 \text{ Hz} = \text{ca. } 8 \text{ MHz.}$$

In de praktijk neemt men genoegen met een iets kleiner oplossend vermogen, overeenkomend met een hoogste modulatiefrequentie van 5 MHz.

Dit laatste betekent dat bij normale TV-beelden de beeldpunten $\frac{8}{5}$ maal breder dan hoog zijn.

De voor één lijnaftasting benodigde tijd bedraagt $\frac{1}{(25 \cdot 625)} \text{ sec.} = 64 \mu\text{sec.}$

Praktisch is ca. 11 $\mu\text{sec.}$ nodig voor de lijnterugslag zodat 53 $\mu\text{sec.}$ overblijft voor informatie. De lijnfrequentie bedraagt 25 · 625 Hz = 15625 Hz.

Voor een normale TV-raster geldt dat van de 312,5 lijnen er 290 video-informatie kunnen bevatten. Bij de weergave van een TV-beeld blijkt een deel van dit beeld (± 10 à 15%) boven en onder het beeldscherm te vallen als gevolg van toleranties in de instelling van de TV-ontvanger. Dit betekent dat slechts mag worden gerekend op 85% van 290 = 246 lijnen voor de werkelijke informatie.

Matrix principe

Bij Viditel en Teletekst worden de karakters opgebouwd uit punten van een punt-matrix. Aanvankelijk is uitgegaan van een 5 x 7 matrix. Om echter ook de „staartjes” van de alfa-numerieke tekens, zoals bij de letters j en g, te kunnen weergeven is de punt-matrix vergroot tot 5 x 9. Omdat er ook nog een scheiding moet zijn tussen de alfa-numerieke tekens en de regels onderling is het noodzakelijk voor elk teken een punt-matrix van 6 x 10 punten te reserveren. Fig. 5 geeft hier een voorbeeld van.

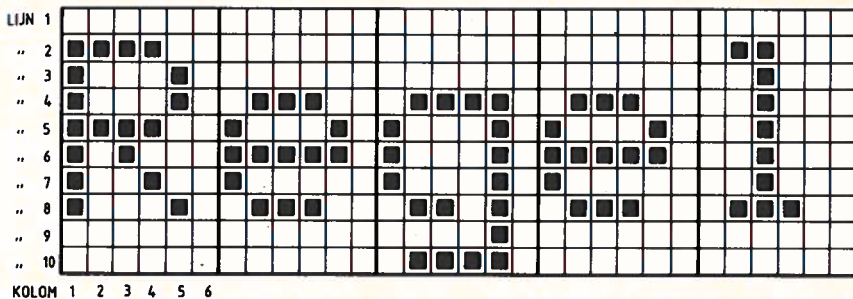


fig. 5. Alfa-numerieke tekens in 6 x 10 punt-matrix.

De hoogte van de punten uit de punt-matrix wordt bepaald door de dikte van de beeldlijnen. Uit bovenstaande volgt dat per regel 10 beeldlijnen nodig zijn. Al eerder is aangetoond dat slechts 246 beeldlijnen beschikbaar zijn. Dit betekent dus dat maximaal 24 regels kunnen worden benut voor informatie.

De breedte van de punten uit de punt-matrix wordt bepaald door de frequentie waarmee de elektronenbundel wordt aan- en uitgeschakeld. Voor Viditel en Teletekst is afgesproken dat er 40 karakters op één regel gaan. Dit betekent dat het effectieve deel van elke beeldlijn in $6 \times 40 = 240$ punten moet kunnen worden gehakt. De frequentie waarmee de elektronenbundel moet kunnen worden aan- en uitgeschakeld is:

$$240 \cdot 15625 \text{ Hz} = \text{ca. } 3,75 \text{ MHz.}$$

Volledigheidshalve dient te worden vermeld dat zowel de even als de oneven lijnen dezelfde informatie voeren zodat elk teken eigenlijk uit 20 lijnen bestaat. Elke regel kan 40 tekens bevatten, zodat een Viditel- of Teletekst-beeld uit max. $24 \times 40 = 960$ tekens kan bestaan.

Het zal duidelijk zijn dat bij Viditel niet het maximaal haalbare oplossend vermogen wordt benut. In verticale richting wordt de helft van het maximale gehaald (even en oneven lijnen dezelfde informatie) en in horizontale richting is het verschil 3,75 MHz bij Viditel en Teletekst, tegen maximaal 5 MHz bij normale TV-beelden.

(Wordt vervolgd.)

Digitale audio

(Vervolg van blz. 210.)

Blokschema digitaal audiosysteem

In het voorgaande is besproken welke bewerkingen moeten worden uitgevoerd om een analoge audiosignaal om te zetten in een digitaal audiosignaal, en omgekeerd, zie fig. 4.

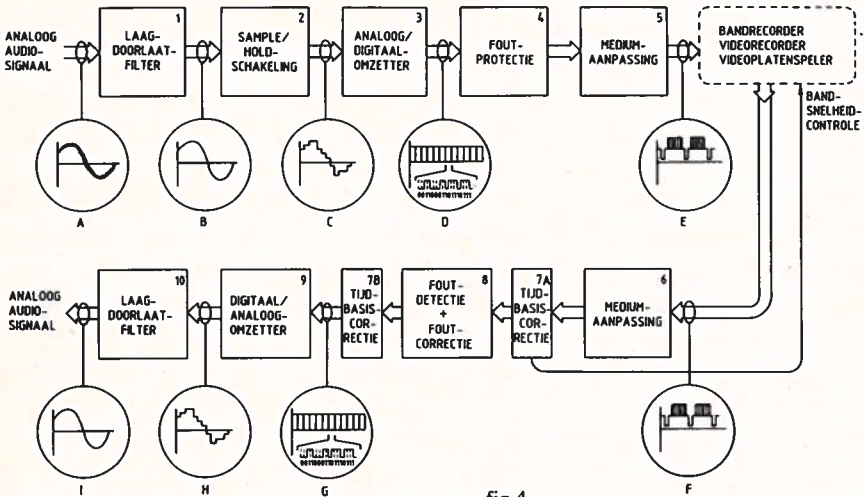


fig.4.

We zullen nu de verschillende bewerkingen eens nader bezien. Hierbij zullen we ook aandacht besteden aan het registreren van het digitale audiosignaal.

Het laagdoorlaatfilter

Het analoge audiosignaal wordt eerst aan een laagdoorlaatfilter toegevoerd. Door dit filter mogen de signalen met frequenties boven een bepaalde grensfrequentie niet worden doorgelaten. De signalen met frequenties lager dan de grensfrequenties moeten (liefst onverzwakt) worden doorgelaten. Een ideaal laagdoorlaatfilter heeft dus een amplitudekarakteristiek volgens fig. 5a.

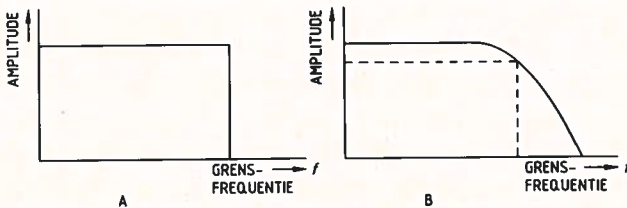


fig. 5a.

fig. 5b.

Een ideaal filter bestaat echter niet. Praktische filters hebben een amplitude-karakteristiek volgens fig. 5b. De grensfrequentie is gedefinieerd als de frequentie, waarbij de amplitude van het uitgangssignaal van het filter is afgenomen met een factor $\sqrt{2}$. Dit komt overeen met een gehalveerd vermogen of een amplitudeverzwakking van 3 dB. Men ziet, dat de frequentie boven de grensfrequentie toch enigszins wordt doorgelaten. De gevolgen hiervan komen hierna ter sprake.

De sample/hold-schakeling

Nadat alle frequenties boven de grensfrequenties van het laagdoorlaatfilter uit het audiosignaal zijn gefilterd, wordt het audiosignaal aan een sample/hold-schakeling toegevoerd (blok 2 in fig. 4).

De sample/hold-schakeling bepaalt met vaste tussenpozen de waarde van het audiosignaal. Deze bewerking wordt *bemonsteren* genoemd.

Het moment, waarop een *monster* (Eng.: sample) van het audiosignaal wordt genomen, noemen we het *bemonsteringstijdstip*. Na een bemonsteringstijdstip wordt de vastgestelde momentele waarde van de analoge ingangsspanning vastgehouden tot het volgende bemonsteringstijdstip (hold).

De hele cyclus van bemonsteren en vasthouden noemt men een *bemonsteringstijdstip* of *sample/hold-periode*.

Het bemonsteren gebeurt met een bepaalde frequentie, die de *bemonsteringsfrequentie* of *sampling-rate* wordt genoemd.

Bij een bemonsteringsfrequentie van 40 kHz worden per seconde 40.000 monsters genomen. Een bemonsteringsperiode duurt dan $\frac{1}{40.000} \text{ s} = 25 \mu\text{s}$.

Door het bemonsteren ontstaat uit het oorspronkelijke signaal een soort „trapjeskromme” (signaal c in fig. 4). De hoogte van een „trede” van deze trapjeskromme is echter nog steeds analoog, want er zijn nog steeds een oneindig aantal waarden mogelijk.

De tijd tussen twee opeenvolgende bemonsteringstijdstippen is beschikbaar voor de A/D-omzetter om de hoogte van elke trede van de analoge trapjeskromme te kwantificeren en te coderen. Hoe langer een monster wordt vastgehouden, des te nauwkeuriger kan de A/D-omzetter werken. De bemonsteringsperiode moet dus zo groot mogelijk zijn. Daarom moet de bemonsteringsfrequentie zo laag mogelijk worden gehouden.

De bemonsteringsfrequentie mag echter ook weer niet te laag worden. Anders zou de analoge trapjeskromme te weinig informatie over het oorspronkelijke audiosignaal bevatten (populair gezegd: anders zou de analoge trapjeskromme niet genoeg op het oorspronkelijke audiosignaal lijken).

In de digitale audio wordt het theorema van Shannon aangehouden. Dit

theorema geeft aan, dat de bemonsteringsfrequentie minstens twee maal zo hoog moet zijn als de hoogste frequentie in het analoge audiosignaal (het wiskundig bewijs van dit theorema laten we achterwege).

M.b.v. het laagdoorlaatfilter vóór de sample/hold-schakeling zorgen we ervoor, dat de maximale frequentie in een audiosignaal 20 kHz is. Het theorema van Shannon zegt dan, dat de bemonsteringsfrequentie minimaal $2 \times 20 \text{ kHz} = 40 \text{ kHz}$ moet zijn.

In de praktijk wordt de bemonsteringsfrequentie iets hoger gekozen, b.v. 45 kHz.

De reden hiervoor is, dat het laagdoorlaatfilter niet ideaal is, waardoor frequenties vlak boven de 20 kHz niet genoeg worden verzwakt. Er ontstaat dan een storing, die men *aliasing* noemt.

Als de maximale toegestane frequentie van het te bemonsteren signaal 20 kHz mag zijn, zullen frequenties boven de 20 kHz verzwakt terugkomen als frequenties beneden de 20 kHz. Het verschil in frequentie t.o.v. de 20 kHz blijft gelijk. Een frequentie van b.v. 21 kHz zal dan een frequentie van 19 kHz opleveren.

Als de bemonsteringsfrequentie 44 kHz is, mag de maximale frequentie in het te bemonsteren audiosignaal $\frac{1}{2} \times 44 \text{ kHz} = 22 \text{ kHz}$ zijn.

Een frequentie van 21 kHz zal dus ook als 21 kHz worden terugverkregen.

Een frequentie van 24 kHz is $(24 - 22) \text{ kHz} = 2 \text{ kHz}$ te hoog.

Dit zal een terugverkregen frequentie van $(22 - 2) \text{ kHz} = 20 \text{ kHz}$ opleveren.

De analoog/digitaal-omzetter

Na het bemonsteren wordt de hoogte van elke trede van de analoge trapjeskromme afgerond naar het dichtstbijzijnde digitale niveau.

Zo ontstaat een digitale trapjeskromme met een beperkt aantal vastgelegde niveaus. Dit proces noemt men *kwantificeren*.

Het nu ontstane signaal is een digitaal signaal, omdat er nu maar een beperkt aantal waarden mogelijk zijn, die de amplitude van het bemonsterde audiosignaal aangeven. Bij het kwantificeren ontstaat er dus een afrondingsfout, die we de *kwantiseringsfout* noemen.

Deze fout kan klein worden gehouden door het aantal vastgelegde digitale niveaus groot te maken.

Opmerking: De kwantiseringsfout wordt vaak *kwantiseringsruis* genoemd, omdat de kwantiseringsfout bij weergave als een soort ruis wordt ervaren.

Elke trede van de digitale trapjeskromme wordt nu gecodeerd, d.w.z. omgezet in een binair getal. Het proces van het omzetten van een analoge trede naar

een binair getal, dus het kwantificeren en het coderen, gebeurt m.b.v. een A/D-omzetter (blok 3 in fig. 4).

Het aantal mogelijke digitale niveaus komt overeen met het aantal mogelijke bitcombinaties dat de A/D-omzetter kan weergeven.

Zo kan een 10-bits A/D-omzetter $2^{10} = 1024$ verschillende bitcombinaties weergeven. De digitale trapjeskromme wordt dan verdeeld in 1024 mogelijke niveaus. Hoe meer bits een A/D-omzetter heeft, des te kleiner is de afrondingsfout tussen een analoog niveau en het dichtstbijzijnde digitale niveau.

In digitale audio-apparatuur worden op dit moment 16-bits A/D-omzetters gebruikt. Met 16 bits kunnen $2^{16} = 65.536$ bitcombinaties worden weergegeven. Er zijn dus ook 65.536 digitale niveaus mogelijk.

Als een gekwantificeerd signaalmonster door een A/D-omzetter wordt omgezet, verschijnt er na de omzetting een binaire bitcombinatie aan de uitgang van deze A/D-omzetter. Om deze binaire bitcombinatie te transporteren, kunnen we voor elke bit een aparte lijn gebruiken.

De bits worden dan tegelijkertijd getransporteerd. Dit noemen we *parallele informatie-overdracht* of *parallel-transport*.

We kunnen de bits ook één voor één over dezelfde lijn transporteren. Dit heet *seriële informatie-overdracht* of *serie-transport*.

In de digitale audio wordt meestal deze laatste methode toegepast (signaal d in fig. 4).

Bij seriële informatie-overdracht moeten we er voor zorgen, dat alle bits van de uitgang van de A/D-omzetter zijn verwerkt, voordat er een nieuwe bitcombinatie aan de uitgang van de A/D-omzetter verschijnt.

De frequentie, waarmee de afzonderlijke bits worden verwerkt, zal daarom voor een 16-bits A/D-omzetter 16 maal zo hoog moeten zijn als de frequentie waarmee de eigenlijke A/D-omzetting plaatsvindt.

De frequentie, waarmee de afzonderlijke bits worden verwerkt, noemt men de *bitfrequentie* of *bit-rate*.

Opmerking: Het omzetten van een analoog signaal in een digitale code noemt men **puls-code-modulatie (PCM)**.

Als de signaalvorm na het coderen slechts 2 niveaus kent (0 en 1), spreekt men van **binair PCM**.

Om een audiosignaal met een maximale frequentie van 18 kHz m.b.v. een 15 bits A/D-omzetter om te zetten in een binair PCM-signaal is een bemonsteringsfrequentie van minimaal $2 \times 18 \text{ kHz} = 36 \text{ kHz}$ vereist.

De frequentie waarmee de binaire bitcombinaties aan de uitgang verschijnen, is dus ook 36 kHz. Om elke 15-bits-combinatie serieel te verwerken, moet de bitfrequentie dan $15 \times 36.000 \text{ bits/s} = 540.000 \text{ bits/s}$ zijn.

D/A-omzetting

Om een digitaal audiosignaal te kunnen weergeven, is het nodig dit signaal eerst in analoge vorm te zetten. Daartoe wordt het seriële signaal eerst omgezet in een parallel-signaal. De bitcombinaties, die daarbij ontstaan, worden aan een A/D-omzetter toegevoerd. Deze zet de bitcombinaties om in een digitale trapjeskromme (blok 9 en signaal h in fig. 4).

Opmerking: De naam A/D-omzetter doet enigszins verwarrend aan, omdat de uitgangsspanning van een A/D-omzetter niet analoog is, maar nog steeds digitaal.

Tussen de treden van de digitale trapjeskromme kunnen zich overgangsverschijnselen voordoen, in de vorm van piekvormige signalen, die men *glitches* noemt. Deze glitches zijn ongewenst, omdat deze harmonische vervorming veroorzaken.

Een schakeling, die deze glitches tegengaat, noemt men een *deglitcher*. Zo'n deglitcher kan bijvoorbeeld een sample/hold-schakeling zijn, waarbij het bemonsteringstijdstip ná het optreden van een glitch wordt gekozen. Bij moderne A/D-omzetters is een deglitcher intern aangebracht en is dus geen extra schakeling nodig.

De treden van de digitale trapjeskromme worden nu „bijgeschaafd” m.b.v. een laagdoorlaatfilter (blok 10 in fig. 4). De treden gaan nu geleidelijk in elkaar over, waardoor er een analoog signaal ontstaat, dat een goede benadering is van het oorspronkelijke analoge audiosignaal (signaal l in fig. 4). De enige afwijking wordt veroorzaakt door de kwantiseringsfout bij de A/D-omzetting.

Foutbewaking

We zullen nu dat deel van de geluidsketen eens bekijken waarin het geluid als een binair signaal wordt geregistreerd.

Dat is dus het deel tussen de A/D-omzetter en de D/A-omzetter in fig. 4.

In dit deel van de geluidsketen kan het bitpatroon worden aangetast door storingen. We onderscheiden daarbij twee soorten storingen, n.l. *drop-outs* en *bit-inversies*. Een drop-out is het wegvallen van een groot aantal opeenvolgende bits. Een drop-out kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door het plaatselijk ontbreken van magnetiseerbaar materiaal op een band of door een flinke kras op een plaat.

Onder bit-inversie verstaan we het omkeren van de toestand van een bit. Zo kan een bit, die nul moet zijn, door storingen één worden en omgekeerd. De mate waarin bit-inversies voorkomen, drukt men uit in de bit-error-rate (BER). Dit is de verhouding tussen het aantal foutief overgekomen bits en het

totaal aantal overgekomen bits.

Een BER van 10^{-12} wil dus zeggen, dat er 1 bit-inversie optreedt op 10^{12} bits. Op verschillende manieren kan de schade, die door de (onvermijdelijke) storingen wordt aangericht, zoveel mogelijk worden beperkt. Dit noemt men *foutbewaking*.

De foutbewaking kan in drie delen worden gesplitst, n.l.:

- foutprotectie;
- foutdetectie;
- foutcorrectie.

We zullen eerst de foutprotectie bespreken.

Foutprotectie bestaat uit twee delen, n.l.:

- redundantie;
- interleaving.

Onder redundantie (Eng.: redundancy) verstaan we het toevoegen van extra bits aan een bitcombinatie, met het doel deze bits later te gebruiken bij de foutdetectie en eventuele foutcorrectie.

De redundantie is vooral bedoeld als bescherming tegen de optredende bit-inversies.

Onder interleaving verstaan we het verwisselen van de volgorde van de bitcombinaties op een van te voren bepaalde wijze.

Fig. 6a geeft een serieel signaal weer, bestaande uit bitcombinaties van elk 4 bits. Fig. 6b geeft het seriële signaal weer, nadat interleaving is toegepast. U ziet dat de onderlinge volgorde van de bitcombinaties is veranderd.

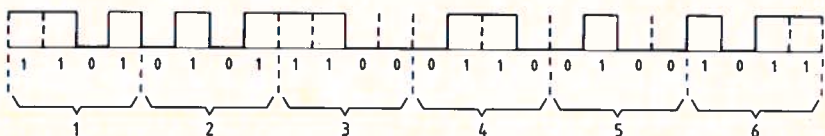


fig. 6a.

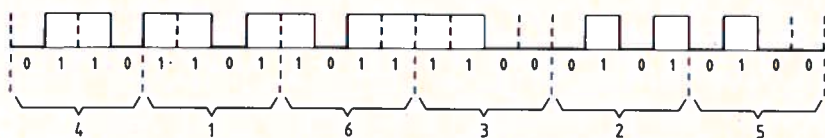


fig. 6b.

Interleaving wordt toegepast om fouten t.g.v. drop-outs te kunnen herstellen. Het aantal opeenvolgende foute bits van een drop-out wordt door het interleaven zodanig verdeeld, dat m.b.v. de redundantie deze foute bits weer kunnen worden gecorrigeerd.

Foutprotectie is een vorm van coderen, want het oorspronkelijke binaire signaal ondergaat een verandering volgens een vast patroon. Het binaire signaal wordt dus gecodeerd.

Na de foutprotectie kan het digitale signaal worden geregistreerd op band of plaat. Daarvoor is nog een aanpassing nodig, die we hierna zullen behandelen. Wanneer een geregistreerd signaal wordt afgespeeld, moet het signaal worden onderzocht op fouten. Gedetecteerde fouten moeten natuurlijk worden gecorrigeerd. Het zou echter te ver voeren om dit foutprotectie en -correctieproces hier te beschrijven.

Mediumaanpassing

Onder mediumaanpassing (blok 5 in fig. 4) verstaan we het geschikt maken van het digitale audiosignaal voor registratie op band of plaat. We zullen met een getallenvoorbeeld duidelijk maken dat het digitale audiosignaal niet zonder meer kan worden geregistreerd.

VOORBEELD 1

Gegeven: De bemonsteringsfrequentie is 50 kHz. Elke bitcombinatie bestaat uit 16 bits. Hieraan worden voor redundantie 8 bits toegevoegd. De bandsnelheid van het gebruikte registratie-apparaat is 30 inch/s (= ca. 76 cm/s).

Gevraagd: Het aantal bits dat per seconde op band moet worden geregistreerd en de bandlengte, die elke bit hierbij in beslag neemt.

Oplossing:

Door toevoegen van 8 redundantiebits, bestaat elke bitcombinatie uit $16 + 8 = 24$ bits. Omdat de bemonsteringsfrequentie 50 kHz is, moeten per seconde 50.000 bitcombinaties worden geregistreerd.

Dit komt overeen met $50.000 \times 24 \text{ bits/s} = 1.200.000 \text{ bits/s} = 1,2 \times 10^6 \text{ bits/s}$.

Per seconde wordt 76 cm = 0,76 m band gebruikt. Eén bit neemt dan

$$\frac{0,76}{1,2 \cdot 10^6} \text{ m} = 0,633 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0,0006333 \text{ mm band in beslag.}$$

De kwaliteit van de hedendaagse magneetbanden is niet zodanig, dat een bit op een zo klein stukje magneetband kan worden vastgelegd.

Daarom kan het binaire signaal niet zomaar op band worden geregistreerd.

Dit probleem kan nu op twee manieren worden opgelost:

1. we gebruiken een bandrecorder met meer sporen;
we verdelen dan het digitale audiosignaal over de beschikbare sporen, zodat het aantal bits per cm voor ieder spoor onder de vastgelegde maximale waarde blijft;
2. we gebruiken een videorecorder, waarmee wél dergelijke snelle signalen kunnen worden geregistreerd.

In beide gevallen moet nu het binaire signaal worden aangepast, zodat een bandrecorder resp. videorecorder kan worden gebruikt.

Bij de methode met de meersporen bandrecorder moet het signaal n.l. worden opgesplitst in meer delen, die ieder naar een apart spoor gaan. Daarbij moet dit opsplitsen zodanig worden uitgevoerd, dat de verschillende delen later weer in de juiste volgorde achter elkaar kunnen worden geplaatst. Daartoe worden aan de opgespliste binaire signalen nog weer extra bits toegevoegd.

Gebruiken we een videorecorder, dan krijgen we te maken met het probleem, dat een videorecorder eigenlijk is bedoeld voor het vastleggen van videosignalen. Deze zijn heel anders opgebouwd dan binaire audiosignalen. Een videosignaal bevat n.l. synchronisatie-impulsen.

Wanneer voor het registreren van binaire audiosignalen een videorecorder wordt gebruikt, moeten deze synchronisatie-impulsen aan het binaire audiosignaal worden toegevoegd (signaal e in fig. 4).

Opmerking: Voor het registreren van een binair signaal op een plaat is weer een andere vorm van mediumaanpassing vereist.

Wanneer we het binaire signaal hebben aangepast aan het medium, waarop het moet worden geregistreerd, kan het signaal worden opgeslagen.

Wordt het signaal later weer uitgelezen, dan moet het eerst worden ontdaan van de mediumaanpassing, zodat we het oorspronkelijke binaire audiosignaal weer terug krijgen (blok 6 in fig. 4). Hebben we een videorecorder gebruikt, dan moet het daarvan afkomstige signaal worden ontdaan van de synchronisatie-impulsen. Hebben we een meersporen bandrecorder gebruikt, dan moeten de bits van de verschillende sporen weer op de juiste wijze achter elkaar worden geplaatst.

Tijdbasiscorrectie

Een van de problemen van de digitale audio is het constant houden van de snelheid van het medium.

U kunt daarbij denken aan de bandsnelheid van een bandrecorder en de omwentelingsnelheid van een draaitafel.

Variaties in de snelheid van het medium kunnen optreden bij zowel het registreren als het weergeven. Daardoor kunnen er bits verloren gaan op het

moment, dat ze moeten worden overgedragen van het ene onderdeel naar het volgende onderdeel in de audioketen. Om dit te voorkomen, past men de z.g. *tijdbasiscorrectie* toe (blok 7 in fig. 4).

De tijdbasiscorrectie bestaat uit twee delen, n.l.:

- band/plaat-snelheidscontrole;
- toepassing van een buffergeheugen.

De band- of plaatsnelheidscontrole wordt verkregen, door de bitfrequenties van de signalen vóór registratie en bij weergave te vergelijken. De bitfrequentie vóór registratie is nauwkeurig vastgelegd m.b.v. een kristaloscillator. De bitfrequentie bij weergave wordt afgeleid uit het binaire signaal. Wanneer de bitfrequentie vóór registratie niet gelijk is aan de bitfrequentie bij weergave, dan wordt de snelheid van het medium gecorrigeerd (blok 7a in fig. 4). Op deze manier worden variaties in de snelheid van het medium minimaal gehouden.

Het digitale signaal, dat van het medium komt, heeft nu nog slechts kleine variaties in de bitfrequentie. Deze kleine variaties kunnen helemaal worden opgeheven door een z.g. *buffergeheugen* toe te passen.

Het digitale signaal slaat men tijdelijk op in dit geheugen. Even later wordt het digitale signaal uitgelezen met een frequentie, die precies gelijk is aan de bitfrequentie vóór de registratie.

Elke variatie in de bitfrequentie is nu verdwenen.

Een tweede, geheel andere vorm van tijdbasiscorrectie, vindt plaats nadat het digitale signaal is onderzocht op fouten en de fouten zijn geregistreerd (blok 7b in fig. 4).

We hebben in het voorgaande gezien dat voor de foutdetectie en foutcorrectie extra bits aan het signaal worden toegevoegd. Als de foutdetectie en foutcorrectie zijn uitgevoerd, zijn deze extra bits overbodig geworden. Deze bits worden dan ook verwijderd. Daardoor vallen er als het ware „gaten” in het signaal.

Fig. 7a geeft een digitaal audiosignaal weer, nadat de extra bits zijn verwijderd. Elke bitcombinatie bestaat uit 4 bits.

Dit signaal wordt aan een buffergeheugen toegevoerd. Het buffergeheugen wordt uitgelezen met een frequentie, die gelijk is aan de bitfrequentie achter de A/D-omzetter (= bemonsteringsfrequentie x aantal bits van de bitcombinaties).

Het uitgangssignaal van het buffergeheugen is weergegeven in fig. 7b. Dit is het signaal, dat na de D/A-omzetter wordt toegevoerd. (Eventueel wordt het seriële signaal omgezet in een parallel-signaal.)

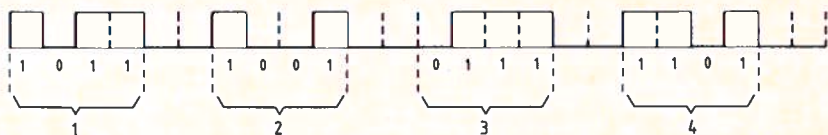


fig. 7a.

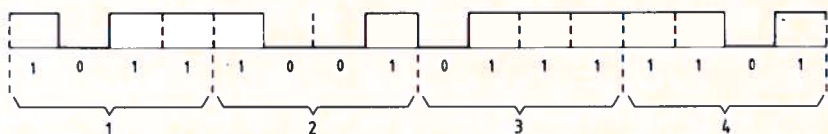


fig. 7b.

Samenvatting

1. Tijdbasiscorrectie wordt toegepast om snelheidsvariaties van het gebruikte medium te kunnen corrigeren.
2. Tijdbasiscorrectie bestaat uit:
 - band- of plaatsnelheidscontrole;
 - toepassing van een buffergeheugen.
3. Na het uitvoeren van de foutdetectie en foutcorrectie is een tweede tijdbasiscorrectie nodig om de „gaten” in de bitcombinaties op te vullen.

Naschrift

In de aanvang van dit artikel (julinummer '83, blz. 205) was te lezen: „In dit artikel wordt het principe en de globale werking van digitale audio beschreven”.

De aandachtige lezer zal zich thans nog kunnen afvragen, hoe het aftast-systeem met laserstraal precies werkt, maar vooral hoe de overdracht van de twee benodigde informaties voor stereoweergave plaatsvindt.

Getracht wordt deze informatie in een van de volgende nummers op te nemen.
de Redactie.

Verbindingswegen

ing. B. Kieboom
(Vervolg van blz. 222.)

Verkabeling

Een dunne dus tere vezel die bij betrekkelijk weinig rek al breekt is niet zonder meer in een telecommunicatienet te gebruiken. Eerst zal tot verkabeling moeten worden overgegaan; bij gebruik in de grond zal zelfs voor een stevige *armering* moeten worden zorggedragen.

Deze armering moet weerstand bieden tegen de belasting waaraan een kabel in zijn toepassing wordt blootgesteld. Te denken valt aan *trekbelastingen* gedurende het leggen, *frieties* in de bodem tijdens de gebruiksperiode, bescherming tegen de gevolgen van het aansteken van de kabel met een schop tijdens *graafwerkzaamheden*, alsmede tegen de gevolgen van al te rigoreuze *optrekking* door de graafmachine. Ook dient de *shedeldrukweerstand* van de kabel aan de gestelde eisen te voldoen. Met *shedeldrukweerstand* wordt bedoeld dat de kabel niet gemakkelijk moet kunnen worden „platgedrukt”.

De vezel moet voldoende tegen de hier genoemde invloeden van buitenaf zijn beschermd, zodat geen breuk of vermindering van de transmissie-eigenschappen worden veroorzaakt. Ook mag de vezel niet worden gebogen over een straal kleiner dan ca. 60 mm.

Wanneer nu wordt gekozen voor een losse vezel welke enigszins spiraalvormig in een koker in de armering zit, is er nog het probleem van de zogenaamde *micro-bending* op te lossen.

Micro-bending is een verschijnsel dat optreedt wanneer een vezel zijdelings niet-uniform belast wordt. De as van de vezel heeft dan een kronkelige vorm. De lengte van iedere kronkel is dan van de orde van grootte van μm .

Dit geeft mode-conversie waarbij een niet-onaanzienlijk deel van het licht gaat lopen in modi die zich niet meer geleidend door de vezel voortplanten.

In het begin van de vezelverkabeling werd door dit effect wel 20 dB/km verloren. Micro-bending wordt zoveel mogelijk voorkomen door, direct om de vezel, de zogenaamde *secundaire coating* aan te brengen.

Bij het secundair coaten zijn er twee mogelijkheden:

- een coating met een binnendiameter welke groter is dan de buitendiameter van de vezel. De vezel ligt er dus als het ware tamelijk los in. Eventuele krachten op de coating uitgeoefend, worden nauwelijks aan de vezel overgedragen, vooral niet wanneer via materiaalkeuze en de werkwijze zorg wordt gedragen voor een minimale wrijving;

- het gebruik van een nauwsluitende secundaire coating. De vezel wordt nu bij het aanbrengen ervan aan kleine krachten blootgesteld, doch het voordeel is nu dat eventueel aangelegde krachten zeer regelmatig worden verdeeld, waardoor micro-bending wordt tegengegaan. Dit is vooral het geval wanneer de coating dik is en van zacht materiaal wordt vervaardigd. Wel dient bij toepassing van een nauwsluitende secundaire coating zorg te worden gedragen voor gelijkmatige aanwezigheid in lengterichting en voor concentriciteit.

Het afkoelen van de warm aangebrachte secundaire coating dient goed in de hand te worden gehouden teneinde een spanningsvrije krimp te waarborgen. Eventuele temperatuurinvloeden op de transmissiekwaliteit van glasvezels en glaskabels vindt plaats via het mechanisme van eventuele ongelijke rek van glasvezel en secundaire coating en daaruit voortvloeiende micro-bending.

Breuklokalisatie

Wanneer bijvoorbeeld ten gevolge van een kabelbreuk één of meer optische vezels breken, dient de plaats van de breuk te kunnen worden vastgesteld.

Er zijn nu drie mogelijkheden:

- alleen de optische vezel is gebroken;
- één of meer elektrische geleiders zijn stuk;
- de gehele kabel is gebroken.

Het is mogelijk om met elektrische meetmethoden de plaats van een breuk vast te stellen tot op ongeveer 1 m nauwkeurig:

- de *pulsreflectiemethode*, waarbij aan de ingang van de kabel op de kopergeleider een serie elektrische pulsen worden afgegeven, waarna wordt gekeken na welke tijd een (gedeelte van een) puls, die aan een onregelmatigheid wordt gereflecteerd, terugkomt;
- een andere methode is *de weerstand van aders*, inclusief de afleidingsweerstand naar aarde, ter plaatse van de breuk te meten.

Ook kan volledig optisch worden gewerkt. In het hoofdstuk „Demping” (Studieblad juli '83, blz 217) is het begrip demping door verstrooiing behandeld.

Wordt een korte puls de vezel opgezonden, dan zal een gedeelte worden verstrooid, waarvan een deel in achterwaartse richting.

Dit teruggestrooide deel kan met een optische vork (zie blz. 249) worden afgetapt en gemeten.

Deze meting wordt uitgevoerd met een halfgeleiderlaser.

De pulsduur bedraagt 50 ns op halve hoogte.

De pulsen worden uitgezonden met een herhalingsfrequentie van 5000 pulsen per seconde.

De lichtsnelheid in vacuüm bedraagt $3 \cdot 10^8$ m/s. In een glasvezel met een brekingsindex van 1,5 bedraagt deze snelheid dan $3 \cdot 10^8 / 1,5$ m/s = $2 \cdot 10^8$ m/s. Een puls met een tijdsduur van 50 ns beslaat in de vezel dan een lengte van 10 m.

Het deel van het licht dat, wanneer de vezel intact is, in achterwaartse richting wordt verstrooid en tevens naar de ingang wordt teruggeleid, bedraagt 0,0002 (= -37 dB).

Bij een punt dat 1 km van de ingang is verwijderd bedraagt de verzwakking bij een vezeldemping van bijvoorbeeld 4 dB/km, (-37-2x4)dB; -45dB; $3 \cdot 10^{-5}$ signaal komt dus terug.

Als wordt gestart met pulsen met een topvermogen van 18 W, waarvan door verliezen bij inkoppeling in de optische vork en door verliezen in de vork (zie hoofdstuk „De optische vork” (blz. 249) slechts 1.8 W de vezel bereikt, komt van een punt dat 1 km is verwijderd slechts 60 μ W terug. Door verliezen in de vork valt slechts 40 μ W op de detector. Ligt het punt op 5 km van de ingang, dan is het niveau nog eens 32 dB lager en bedraagt dan 26 nW.

Eenzelfde redenering leidt tot de uitkomst van een signaal van enkele pW na 10 km. 10 km is bij telecommunicatie met glasvezels een gebruikelijke afstand tussen twee repeaters (= versterker en pulshersteller). Een signaal van 1pW is echter niet meer te detecteren. Voor deze metingen zou aan krachtiger lasers moeten worden gedacht.

De bovenstaande getallen gelden voor teruggestrooid licht in een glasvezel.

Bij een breuk wordt vanwege de optredende reflectie soms veel meer licht teruggestraald. Deze hoeveelheid zal afhangen van de aard van de breuk.

Een breuk in lucht reflecteert meer licht dan een breuk in water bij een volgelopen kabel, terwijl een zeer schuin facetvakje van een breuk weinig licht in geleidende modi reflecteert (zie fig. 16).

In de praktijk wordt 0,0001 - 0,01 deel van het licht gereflecteerd.

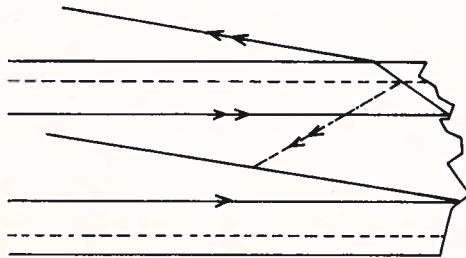


fig. 16. Reflectie aan een breuk in lucht.

Een voordeel bij een hoog gereflecteerd vermogen is nog dat in de tijd een gedeelte van de optische puls kan worden beschouwd, bijvoorbeeld de voorflank op 50% hoogte. Het deel van de puls dat terugkomt is te zien. De onnauwkeurigheid in de plaatsbepaling is dan tot een paar meter teruggebracht.

Een nadeel van de optische methode voor breuklokalisatie is dat het niet mogelijk is de exacte plaats van de kabel aan te geven; de breukplaats is slechts in lengtemaat vanaf het beginpunt te bepalen. Berekeningen aan de hand daarvan met behulp van een routekaart zijn niet altijd mogelijk, daar de kabel in de loop der tijd van plaats kan zijn veranderd.

Vooraf in drassige bodem kan dit het geval zijn. Het terugvinden van de kabel kan geschieden met de zogenaamde prikstokmethode, waarbij op één der koperaders in de kabel een toontje van 1 of 10 kHz wordt gezet.

Ter plaatse van een kabelbreuk treedt dan een veld uit dat met prikstokken in de grond kan worden gemeten.

Is de glasvezel beschadigd terwijl het koper in de kabel nog intact is, dan dient de toon met een zoekspoel te worden opgespoord, waaruit de ligging van de kabel volgt. In het laatste geval is de plaats waar de vezel in de kabel is gebroken nog niet exact bekend, daar elders de kabel nog kan zijn verschoven en waardoor een verkeerde indruk ontstaat. Via markeringspunten, bijvoorbeeld lasplaatsen, is echter een grotere nauwkeurigheid te behalen. Opgemerkt dient te worden dat in 90% van de gevallen een kabelbreuk wordt gemarkeerd door de (gevolgen van de) aanwezigheid van een dragline of andere graafwerkzaamheden.

Het maken van lassen en connectoren

Lassen

Het verschil tussen lassen van kabel met koperen geleiders en die welke glasvezels bevatten, is gelegen in de behandeling van de glasvezels.

Voor het vervaardigen van een las is het noodzakelijk dat beide vezels zijn voorzien van een vlak uiteinde, loodrecht op de vezelas. Wanneer het uiteinde namelijk ruw is, ontstaat er ruimte tussen beide vezels waardoor licht zijwaarts kan ontsnappen en er extra verliezen optreden.

Het vervaardigen van vlakke uiteinden geschiedt door een vezel te spannen op zodanige wijze dat de spanningsverdeling in de vezel verloopt zoals aangegeven in fig. 17. In de grafiek is verticaal de spanning uitgezet en horizontaal de afstand over de doorsnede van de vezel. Theoretisch zou dan een vlak uiteinde moeten ontstaan.

Is dit na klieven in de praktijk niet het geval, dan kunnen de krachten met behulp van een aanvullende theoretische beschouwing alsnog worden bijge-

steld. Het breken vindt plaats met behulp van het apparaat van fig. 18. De vezel wordt hierin onder spanning over een rol getrokken waarna met een beitel de breuk wordt ingeleid.

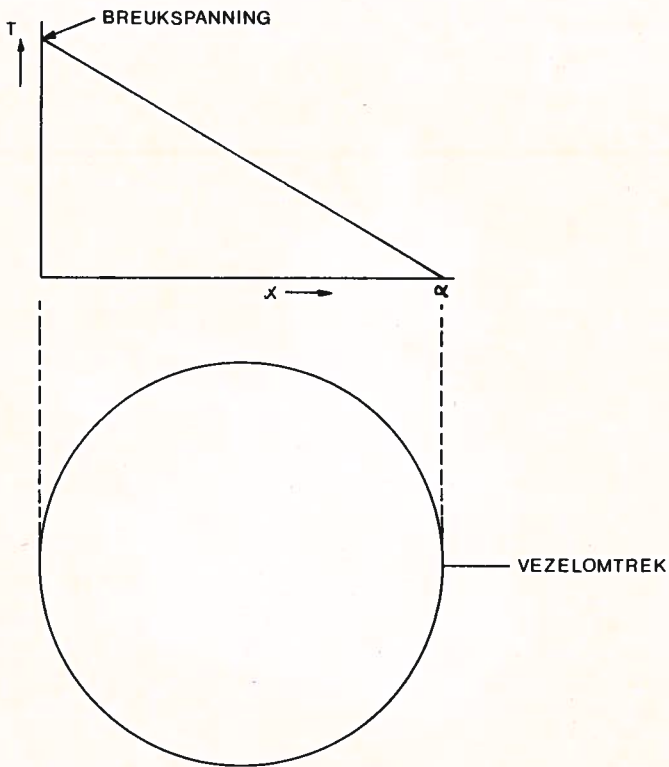


fig. 17. Spanningsverdeling in een vezel ter verkrijging van een vlak uiteinde.

Nadat de vlakke uiteinden zijn vervaardigd, kunnen een aantal methoden worden gehanteerd om permanente verbindingen (lassen) en niet-permanente verbindingen (connectoren) te vervaardigen.

Voor de lassen is er de methode met de *vlamboog* en die met de lijm, voor de connectoren de droge en de natte methode.

Met een *vlamboog* worden de vezeleinden welke zich in een V-groef bevinden met micrometer-instellingen bij elkaar gebracht en in een *vlamboog* verhit, waarna vereniging plaatsvindt. Deze methode geeft een stevige verbinding, waarbij het glas zelf als het ware als aaneenhechtingsmateriaal dient.

Afgezien van een vervuiling door het elektrodenmateriaal en een zekere vervorming, treden er optisch geen veranderingen op. De lasdemping zal dan ook laag zijn, bijvoorbeeld 0,2 dB.

Men kan de vezels in hun V-groeven, na uitrichting, ook met behulp van hulpstukken aan elkaar lijmen. Dit geeft een permanente verbinding van het zogenaamde droge type, hetgeen wil zeggen dat er zich tussen de vezels ter plaatse van de gladde oppervlakken een zeer dunne luchtlaag bevindt. Vanwege verliezen aan de glas-luchtovergang zal de lasdemping hier iets hoger zijn dan in het vorige geval: 0,5 dB.

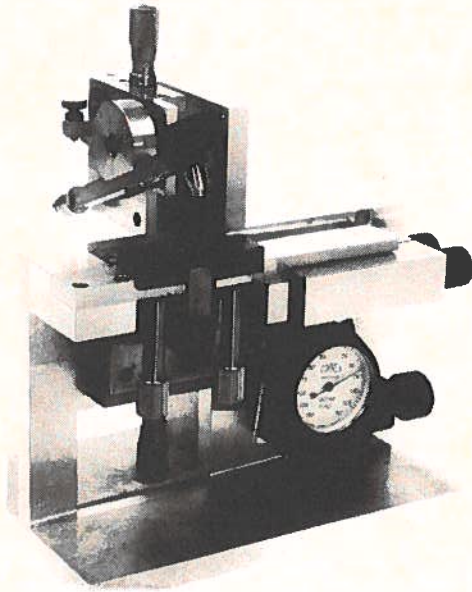


fig. 18. Apparaat voor het breken van de glasvezel.

Ook de grote afmetingen van de koppelstukken vormen een duidelijk nadeel bij deze methode. Een voordeel is echter dat de verbinding met enige moeite toch weer losneembaar is, wat in het laboratorium een voordeel kan zijn.

Connectoren

Losneembare verbindingen bestaan uit V-groepen welke tegenover elkaar moeten worden uitgericht. Soms is het uitricht-mechanisme ingebouwd. De demping is groter dan bij lasverbindingen en ligt in het algemeen boven de 0,5 dB. Deze demping kan worden verkleind door toevoeging van een kleine hoeveelheid vloeistof tussen beide vezels. Deze vloeistof moet een brekings-index hebben dicht in de buurt van die van de vezelkern om, optisch gezien, de overgang zo klein mogelijk te houden.

Een vloeistof met geringe dampspanning, om verdampen te voorkomen, wordt hiervoor gekozen. Om aan bovenstaande voorwaarden te voldoen zullen in de regel organische vloeistoffen worden gekozen, zoals bijvoorbeeld benzyl-benzonaat of andere vloeistoffen welke helaas min of meer giftig (giftig) zijn. Ook voor het begin van de glasvezeltransmissielijn, bij de laser dus, zijn koppelingen ontwikkeld.

Voor het eind van de verbinding, bij de fotodiode waarmee het signaal wordt gedetecteerd, is een vezelhouder geconstrueerd.

Door het grote oppervlak van de fotodiode is hier de gang van zaken echter betrekkelijk eenvoudig.

De optische vork

Bij metingen met de reflectiemethoden wordt gebruikt gemaakt van een optische vork. Dit is een instrument dat er voor zorgt dat het signaal dat terugkomt zijn weg vindt naar de detector en niet in de lichtbron wordt teruggekaatst, terwijl het signaal uit de lichtbron in de vezel wordt geleid. Fig. 19 geeft daarvan een schematische tekening.

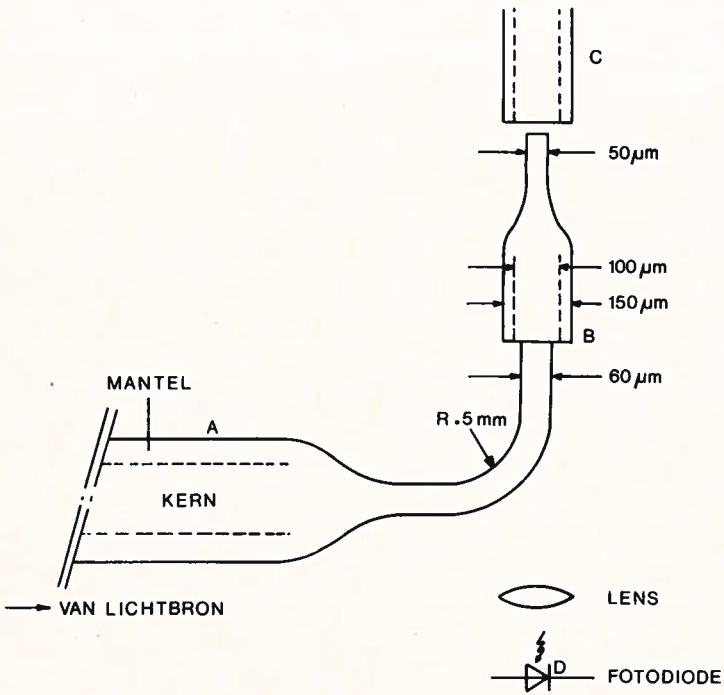


fig. 19. Optische vork.

Het licht uit de lichtbron wordt in een vezel gekoppeld. Deze vezel is over een zekere lengte door etsing van de mantel ontdaan (het licht reflecteert dan tegen de lucht), waarna dat deel met een straal van 5 mm over 90° wordt gebogen. Daar deze radius zeer klein is zijn de verliezen groot (1,5 dB). Het licht wordt daarna gekoppeld in de $100\ \mu\text{m}$ dikke kern van een vezel met een mantel van $25\ \mu\text{m}$. Deze vezel verwijderd het licht dat grote hoeken met de as maakt. Daarna verdunt de vezel zich en kan het licht uitsluitend in de kern van de te onderzoeken vezel worden ingekoppeld.

Omdat door insnoering veel lichtstralen een grote hoek met de vezelas zijn gaan maken en het modepatroon aan het begin van de te maken vezel niet representatief is voor het gedrag verderop, wordt meestal een „startvezel”, identiek aan de te meten vezel, tussengeschakeld.

Uit fig. 19. kan worden samengevat dat van A naar C het verlies ca. 1,5-5 dB bedraagt, afhankelijk van de constructie.

De verzwakking van C naar D bedraagt 1,5 dB doch van A naar D 30 dB.

De grootte van het gereflecteerde signaal kan 50 à 60 dB onder het ingangssignaal liggen. Wanneer de puls wordt verzonden zal op deze detector dus in het begin een signaal terechtkomen dat 20 à 30 dB boven het te meten signaal ligt. Dit duurt slechts 50 ns, zodat het gereflecteerde signaal van slechts 10 m vezel verloren gaat.

(Wordt vervolgd.)



Museumbezoek is minder saai dan vaak wordt beweerd; integendeel!

Wie gewend is regelmatig, individueel, musea te bezoeken zal het laatste beamen. Er zijn zoveel interessante musea in Nederland met zoveel verschillende exposities die de moeite waard zijn, dat het de redactie zinvol lijkt de lezer daar ook eens op te wijzen.

De meeste aandacht zal worden besteed aan technische musea. De selectie, alsmede alle gegevens, zijn verzorgd door ing. L. de Bruijn.

AVIODOME, Luchtvaartmuseum Luchthaven Schiphol-Centrum

De Aviodome is de expositiekoepel van de Stichting voor het Nationaal Luchtvaart Museum. (Zie omslagfoto.)

Het is een aluminium koepel met een overspanning van zestig meter, welke voor het exposeren van grote objecten zeer geschikt is.

De museumkoepel herbergt meer dan twintig vliegtuigen en ruimtevaartuigen, waarbij speciaal het accent valt op de geschiedenis van de Nederlandse lucht- en ruimtevaart.

Echte ruimtevaartuigen en modellen tonen de activiteiten buiten onze aardse dampkring.

In een amfitheater midden in de expositiekoepel worden films vertoond over lucht- en ruimtevaart-onderwerpen.

Echte, levensgrote, oude vliegtuigen, replica's en ruimtevaartuigen o.a. de Wright Flyer van de gebroeders Orville en Wilbur Wright, destijds fietsenmakers in Amerika, de Fokker Spin van de technisch-commercieel begaafde Haarlemmer Anthony H. G. Fokker (1890-1939), Piper L4 J Club wellicht het bekendste lichte vliegtuig ter wereld, het lichte vliegtuig Auster Mark 5 welke voor de Tweede Wereldoorlog in Amerika werd ontworpen.

De PH-NFH in de Aviodome werd in 1946 het eerste Nederlandse zaken-vliegtuig na de oorlog, toen het met de registratie PH-LPS werd gevlogen door Dr. Ir. F. J. Philips.

Voorts is er te zien de Fokker S. 14 „machtrainer”, het eerste straalvliegtuig dat door Fokker werd ontwikkeld, waarin de twee schietstoelen, voor instructeur en leerling naast elkaar waren opgesteld.

Verder zijn aanwezig de Fokker F. 27 en F. 28 welke schroefturbine-vliegtuigen zijn voorzien van straalmotoren die propellers aandrijven.

Vermeldenswaard is zeker ook de Sikorsky S-55 helikopter, een der eerste hefschroefvliegtuigen welke in 1949 de eerste vlucht maakte.

Het begin van de ruimtevaart kan worden gesteld op 4 oktober 1957, toen door de Sovjet-Unie een onbemande, kunstmatige aardsatelliet werd gelanceerd.

In de Aviodome is dan ook aandacht besteed aan de kunstmatige satelliet Sputnik 1, de bolvormige kunstmaan die 83,6 kg woog, alsmede aan het onbemande Mercury ruimtevaartuig waarmee NASA-astronauten om de aarde cirkelden.

Het pronkstuk van het museum is ongetwijfeld de Fokker F-VII waarmee de eerste Indiëvlucht werd gemaakt.

Fokker was kennelijk een bijgelovig man want hij vond de zeven een geluksgetal en wenste het getal zeven te behouden voor de vanaf nu volgende ontwikkeling van zijn modellen.

De opvolger van de F-VIIa, de driemotorige kreeg weer de 7 nummering n.l. F-VIIa-3m en daaruit kwam waar de F-VIIb-3m voort.

Op het terrein vóór de Aviodome staat de voormalige regeringsdakota PH-PBA en de Grumman Tracker welke in de jaren zestig door de Marineluchtdienst werd gebruikt en die onder meer was gestationeerd op het vliegdekschip Karel Doorman.

Vliegend het museum in

Sinds kort heeft Aviodome er een historisch verkeersvliegtuigje bij!

Dit is het gelukkig resultaat van een openbare verkoping bij de Engelse marine, die twee De Havilland „Doves“ te koop aanbood.

De „Dove“ maakte in 1945 zijn eerste vlucht en was daarmee het eerste na-oorlogse vliegtuig van de Engelse luchtvaartindustrie.

In 1958 werd de „Dove“ het eerste vliegtuig van Martinair, dat toen nog onder de naam Martin's Air Charter, op het oude Schiphol rondvluchten verzorgde. (Weet u nog, die twee-motorige vliegtuigen voor elf passagiers, rechts voor het stationsgebouw?)

De vliegwaardige „Dove“ kon niet zonder problemen naar Schiphol worden overgevoerd.

Zo moesten medewerkers van het museum bijvoorbeeld met een radio-installatie onder de arm naar Engeland om dat overvliegen mogelijk te maken.

Hoe het allemaal begon

„Ik weet niet eens waar Dover ligt“, moet Louis Blériot tegen een mede-„aviateur“ hebben gezegd, voor hij aan de eerste oversteek van het Kanaal begon.

Hij was één van de drie mededingers naar de prijs van duizend pond sterling, die de Londense „Daily Mail“ had uitgelooft voor de vlieger die er als eerste in

zou slagen de oversteek van het Kanaal te maken.

Op 25 juli 1909 steeg Blériot op in zijn zelf ontworpen „Blériot XI”.

Als gevolg van een eerder vliegongeval moest hij met krukken lopen en nadat die aan het houten frame van zijn vliegtuig waren vastgebonden, startte hij om 4.40 uur in de ochtend vanaf een weiland aan de Franse kust.

Ondanks zijn traditiegetrouwe brokkenlanding maakte Blériots prestatie een enorme indruk en uit de gehele wereld begonnen bestellingen voor de „Blériot XI” binnen te stromen.

Thans wordt met behulp van een vluchtnabootser in de Aviodome uitgelegd hoe een vliegtuig wordt bestuurd.

Kunst naast vliegwerk

Kunst en vliegwerk, wie nadenkt ziet dat beide onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden.

Daarom uw aandacht voor het volgende:

Nederlands langste tunnel mondt ongeveer halverwege uit in een stationsperron.

Blauw, oranje en geel, in die kleuren is de pilarenrij uitgevoerd, naar een ontwerp van Martin Schwenke.

Ook de stationshal zelf is het rondkijken meer dan waard.

Schiphols tentoonstellingsruimte dankt haar naam aan de schepping van de in Limburg wonende beeldhouwer Arthur Spronken; de Zonneruiter.

In de aankomsthal, of beter nog in de afhalershal, staat een witte polyester zuil waarin een knoop is gelegd.

Kho Liang Ie and Associates, de binnenhuisarchitecten van het stationsgebouw, ontwierpen het omvangrijkste beeld op de luchthaven, de gekantelde kubus op het Bezoekersplein.

Op 7 oktober 1964 bestond de KLM 45 jaar en was toen al de oudste luchtvaartmaatschappij ter wereld.

Die dag werd op het oude Schiphol een monument onthuld ter nagedachtenis aan alle bemanningsleden die hun leven hadden gewijd aan de opbouw van de KLM, het beeld staat op het Cockpitsplein.

„Het Baken” torent tot aan de nok van het gebouw van de Rijksluchtvaartdienst.

Deze dienst beheert, dankzij de verkeerstoren, niet alleen het hoogste gebouw op de luchthaven, maar beschikt ook over het hoogste kunstwerk, 22 meter hoog en 25 ton zwaar.

Nieuw PTT-kantoor voor Schiphol

Burgemeester W. Polak van Amsterdam heeft medio januari 1983 in de

wachtruimte van de luchthaven Schiphol een nieuw Post- en Telecommunicatiecentrum officieel in dienst gesteld.

Het nieuwe kantoor van de PTT in de wachtruimte heeft naast postale diensten ook vele mogelijkheden om tot op het moment van vertrek de vele faciliteiten van telecommunicatie te gebruiken.

Gegevens van het Aviodome

Naam: Stichting voor het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartmuseum, gesticht in 1955, Ere-Voorzitter Z.K.H. de Prins der Nederlanden.

Adres: Aviodome, 1118 AA Schiphol-Centrum, telefoon 020-173640.

Openingstijden: dagelijks van 10 tot 5 uur; gesloten op maandagen in de periode van 1 nov.-1 april en op 1e Kerstdag, Oudejaarsdag en Nieuwjaarsdag.

Vervoer: Centraal Nederland, buslijnen 143, 144, 145, 173 en 174, vertrek ieder kwartier van de Prins Hendrikkade vóór het Victoriahotel tegenover het Centraal Station te Amsterdam.

Studieblad PTT

KENNIS

MAKEN

IS KENNIS

VERRIJKEN

Examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

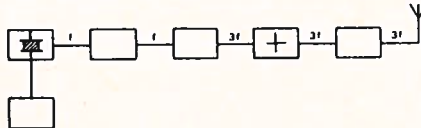


In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens MT, de RCD examens voor zendamateurb C en cursusvraagstukken DKRV. De opgaven zijn gesteld volgens het meerkeuze systeem. De nummering bestaat uit het jaar van publicatie plus het nummer van de opgave (83-1, 83-2, enz.). De oplossingen vindt u op blz. 256.

- 83-21 Op een schip geeft men tegelijkertijd twee geluidssignalen namelijk een signaal door de lucht en een signaal door het water. Een ander schip dat zich op een bepaalde afstand bevindt, ontvangt
- A beide signalen gelijktijdig
 - B eerst het signaal door de lucht
 - C eerst het signaal door het water
 - D alleen het signaal door de lucht

- 83-22 Een trilling met een frequentie van 85 Hz legt in 5 seconden een afstand van 1700 m af. De golflengte van deze trilling bedraagt
- A 4 m
 - B 20 m
 - C 340 m
 - D 28900 m

- 83-23 In de onderstaande figuur is het blokschema van een zender weergegeven.



Het blokje, gemerkt met het teken +, stelt het volgende voor:

- A de stuurtrap
- B de modulator
- C de vermenigvuldigtrap
- D de oscillator

83-24 Een superheterodyne ontvanger is zodanig afgesteld, dat een antennesignaal van 12 MHz kan worden ontvangen.

De middenfrequentie is 1,5 MHz.

De oscillatorfrequentie van de bovengenoemde ontvanger is:

- A 12 MHz
 - B 10,5 MHz
 - C 3 MHz
 - D 1,5 MHz
-

Oplossingen examenvraagstukken

De hierna gegeven oplossingen zijn – waar nodig – van een nadere toelichting voorzien.

83-21 C is goed.

83-22 A is goed.

Toelichting:

Uiteraard wordt hier een *luchtrilling* bedoeld, waarvan de voortplantingssnelheid 330 meter per seconde bedraagt. Per 5 seconden worden $5 \times 85 = 425$ trillingen verplaatst. De eerste trilling heeft dan 1700 meter afgelegd; de golflengte hiervan is dus $\frac{1700}{425} = 4$ meter.

83-23 A is goed.

83-24 B is goed.

Toelichting:

In principe zal ook bij een oscillatorfrequentie van 13,5 MHz het genoemde antennesignaal worden ontvangen; maar in de opgave komt deze frequentie niet voor.
